可應用於咖啡園田間之省工機械與管理系統

黃國祥[1*]、陳俊仁[1]、李易樺[2]、余紋萱[2]

[1] 農業試驗所農業工程組 助理研究員

[2] 農業試驗所農業工程組 研究助理

*通訊作者：hangoshan@tari.gov.tw

摘要

咖啡栽培管理項目包含整枝、施肥、雜草防治、病蟲害管理及清園等項目，因咖啡栽培管理尚未建立一系列的機具應用體系，所以本文收集可供應用於咖啡園田間管理之現有機械資料，介紹說明手持式電動樹枝剪、小型自走式施肥撒布機、鼓風式噴藥機、雜草處理機械、散置式樹枝打碎機、投入式粉碎機等機械特性與原理，另防範咖啡果小蠹擴張，本文蒐集背負式吸塵器資料，未來可試驗作為咖啡田間落果檢拾機具。在田間資訊管理方面，配合農業試驗所發展之LoRa無線通訊設備，可進行監測數據資料的採集，做為田間管理資料庫或讓農友能即時觀測咖啡園各項狀況。

關鍵詞：農業機械Agricultural Machinery、果園管理Orchard Management、清園機械 Field Clearing Machinery

一、前言

依據本所第157號特刊（咖啡栽培管理）內容，咖啡栽培管理項目包含：整枝、施肥、病蟲害管理及清園等。尤其，因為有咖啡果小蠹之問題，在清園方面至為重要。

咖啡果小蠹是咖啡上最重要果實害蟲，廣泛分布於70餘個生產咖啡的國家，主要危害樹上的果實及採收後的生豆。咖啡果小蠹是

非常不容易防治的害蟲，整個成長期均躲藏在咖啡的果實內，卵、幼蟲及蛹，甚至雄蟲均不離開咖啡的果實，只有雌蟲才會離開咖啡的果實，然後至新鮮的果實上取食產卵。咖啡果小蠹一旦入侵咖啡果，不僅蔓延速度快，且任何藥物防治都沒用，咖啡園最嚴重時損失五、六成。傳統咖啡收成後即開始防治，收成結束後全面清園，被果小蠹啃蝕過的果實全部用高溫煮過再丟棄。根據咖啡果小蠹的發生生態，要在田間進行咖啡果小蠹綜合防治，耕作防治是基本且非常重要的(Benavides et al. 2002)。由於咖啡果小蠹於果實內繁衍，不容易受到殺蟲劑的噴灑而死亡(Lin & Chen 2015)，以藥劑直接噴灑的方式死亡率皆偏低，且許多藥劑對於咖啡果小蠹並無良好的防治效果(朱等人，2017)。

已證實在採收後的咖啡種植園中，剩餘10%的咖啡果實仍留在果樹或地上(Chamorro et al. 1995)如果這些果實被咖啡蛀蟲感染，蛀蟲會繼續繁殖，耕作防治在於及時的採收果實，如果需要，應以人工或使用設備方式從地面上撿起咖啡豆(Bustillo 2002)。

本文彙整咖啡栽培管理項目可用之器械及管理紀錄系統，期望能有助於日益增加的咖啡農民或對咖啡有興趣的人員，對於咖啡機械更進一步的了解，並經由機械之應用減輕作業辛勞度且提升咖啡果實品質。

二、省工機械與管理系統

(一) 整枝機械

為方便採收及栽培管理咖啡，在咖啡果實採收後會進行徒長枝、細弱枝、病蟲害等枝條剪除。以往果園剪枝作業以人工剪枝工具進行，極為辛勞，近數年來電動樹枝剪已相當普及(圖1)，國內自102年1月至107年6月已有8種機型通過農業試驗所性能測定。

本類機械為手持式機具，主要構件包含電動剪機體、充電式電池及電控連接線等並附加背袋(用以攜帶電池與刀具)、充電器及工

具組等(圖2)。機體含有一固定刀刃及一活動刀刃，適用於最大直徑3-4公分以下樹枝之剪枝作業。剪枝時機體以馬達驅動活動刀刃進行開啟或閉合之動作，與固定刀刃產生相對運動之剪切作用而剪斷樹枝。為求作業安全，皆包含安全設計，例如，收納時可控制刀具閉合、連續快速2次按鍵啟動、作業中放開板機時活動刀刃自動張開、過載時自動復位至開口最大位置與機械數秒無動作自動斷電等功能，且具備電池低電量時顯示警示功能。

圖1 剪枝作業

圖2 電動剪枝組成

(二) 施肥管理機械

施肥器材可應用市售背負式施肥機或機具承載施肥機，大型可為乘坐式，小型則為自走式，以咖啡園之規模與需求，自走式機具應為適用機具，此類機械以汽油引擎為動力源，以皮帶傳動方式分別導出動力，提供施肥與行走裝置使用(圖3)。作業時由操作者伴行前進。其機械結構包含施肥桶以承載肥料，肥料以撒佈圓盤撒佈，可調整肥料配出口開度大小，進而改變肥料配出量。購買時應注意適用粒狀肥料種類(粒狀化肥或有機肥)，一次可裝載肥料量(公升數)及有效撒佈寬度。

合理化施肥技術及肥培管理不但可以提升咖啡作物的產量及品質，合理化施肥最重要之精神在於控制單位面積施肥量。

(三) 病蟲害管理機具

參考本所特刊，咖啡發生的蟲害種類並不多，主要為介殼蟲、咖啡木蠹蛾及東方果實蠅，另外近年在台灣開始發生的咖啡果小蠹，主要會危害咖啡果實必須相當注意。針對咖啡果小蠹台南區改良場所開發之誘殺器可以監測蟲害密度並大量誘殺；另外針對介殼蟲及咖啡木蠹蛾建議將蟲害枝條剪除燒毀；東方果實蠅防治則於咖啡園外圍樹蔭掛設含毒甲基丁香油誘殺。台灣常見之施藥機具分為液態及粉狀施用機，在不同的防治目標下採用最適當之機具來輔助施藥。

鼓風式噴藥機(圖4)為果園常見乘坐式機械可達省工效能，其主要由本機部份與噴藥機部份組成。本機部份包括機架、引擎、行走部、駕駛台及操縱控制裝置等，而噴藥機部份則包括藥液箱、攪拌器、幫浦、噴藥管路、噴嘴、送風機，部分機種包含氣流導板，假若果園樹高較低，行走路徑上方並無枝葉，可限制噴部範圍於機身2側，以節省藥液。

圖3 自走式肥料撒佈機

圖4 鼓風式噴藥機

(四) 雜草處理機械

果園草生栽培行之有年，為抑制雜草過長，需使用動力割草機進行作業，目前市售機械可分為背負式、手推或自走式、乘坐式等3大類，動力源可為引擎或電動，各機型照片如圖5-7。

圖5 乘坐式割草機

圖6 背負式電動割草機

圖7 自走式圓盤割草機

(五) 田間殘枝處理

對於修剪下的枝條早期作法是直接於田區空地露天燃燒，但由於空汙法的制定，禁止露天燃燒農業廢棄物，因此應用樹枝打碎機將枝條細碎後覆蓋於地面，或者再經處理使其成為農業資材，增加農業廢棄物的附加價值。若無需顧慮果小蠹蟲害則於田間就地處理修剪後之殘枝為經濟有效辦法。殘枝枝處理一般使用散置式樹枝打碎機(圖8)或使用投入式粉碎機(圖9)。

散置式樹枝打碎機，以引擎為動力，供給錘刀式樹枝打碎軸及行進所需之動力。錘刀式樹枝打碎刀軸位於機體前方，雙刃錘刀連結懸掛於刀軸上構成，作業時由前方入口導入散置於地面上的枝條，藉高速迴轉的錘刀組將樹枝打碎。此類機械行進速度，可依照

園區地形選擇適當排檔，往復進行打碎作業，並以支撐輪架角度調整鍾刀與地面之間隙，以滿足殘枝細碎程度的要求。一般而言可細碎枝條為未乾燥硬化且枝徑在3.5公分以下。

投入式樹枝打碎機依處理枝徑不同而有多種樣式，茲以可駕駛進入田間之較小馬力(約13hp)機種說明，此型投入式樹枝打碎機係由自走部與樹枝打碎機構兩大部分組成，自走部僅於移機時操作，構造可較為精簡，當操縱機體至田間適當位置後，將檔位定於空檔位置，並鎖定後輪，以進行樹枝打碎作業。進行打碎作業時，將欲打碎之樹枝放入機體前方進料口，藉由重力或操作者之推力，將樹枝推送進入切碎裝置內進行切碎作業，再利用切碎過程產生之離心力，將細碎物經由排料口排出。此類機械可細碎枝條枝徑可達10公分，然而人員需拾起樹枝投入機械進料口，較為辛勞。

圖8 散置式樹枝打碎機

圖9 投入式樹枝打碎機

(六) 防範咖啡果小蠹田間處理

若咖啡園需防治咖啡果小蠹，直接於田間進行散置式樹枝打碎機處理殘枝則不適合，若使用投入式樹枝打碎機則亦須將細碎物收集集中處理。至於，散落於枝幹附近之咖啡果實則需撿起，此項作業需彎腰撿拾，極為辛苦，倘若有省工機具，則可加以利用。以人工背負之吸塵器操作方式，應是可應用的選擇。

苗栗場、農業試驗所、中興大學及屏東科技大學兩校之生物機

電工程系共同開發人員背負式福壽螺清除機具(圖10)，透過小型引擎作為吸取動力源，清除田間福壽螺並以濾網集中收集，可調整管徑大小控制吸取能力，並可自由移動吸取口以清除福壽螺。咖啡果實比福壽螺輕且較小，此機具應可作為咖啡田間落果檢拾機具，將得病落果快速撿拾集中再銷毀，避免病害於咖啡園中交叉感染。此機械加以應用並試驗其效能。

圖10 福壽螺清除機具示範
(圖片出處：苗栗區農業改良場農情月刊第238期)

(七) 田間管理系統

農業試驗所近數年來發展LoRa無線通訊設備應用於田間氣象站，此系統同樣可架設於咖啡果園作為環境感測系統，系統之組成，包含：感測元件、通訊設備、後端資料庫、應用程式等部分(圖11)。實際應用可依據咖啡栽培環境特性，設置合適的感測元件，進行數位資料的收集與累積，後續可依據栽培果園即時之感測資訊，配合灌溉、肥培修正技術，做為提高果實品質標準生產

模式。此LoRa通訊設備之特點在於可直接與常用的環境感應器連接，例如溫度、濕度、光度、電導度、酸鹼度計等未來也可結合害蟲自動辨識系統，感測元件訊號輸出主要以電壓或電流為主，其硬體間的通訊控制方式以RS232、RS485或RJ45方式為主；通訊技術方面，目前使用之LoRa無線通訊設備，經測試通訊傳輸距離可以到達10公里左右，此距離可涵蓋一般農民住家與田間之距離，對於只需要監控自家田區資料而不需要將資料上傳至雲端之農戶可使用此技術以節省4G通訊費之支出，讓農友能即時觀測咖啡園各項狀況。

圖11 LoRa遠端無線通訊模組、土壤電導度探針

三、結論

國內咖啡田間管理可應用機械並不匱乏，在剪枝方面可使用手持式電動樹枝剪，在施肥方面小型自走式施肥撒布機應是很好的選擇，在病蟲害管理方面使用乘坐方式之鼓風式噴藥機械可達省工效能，在雜草處理方面亦有多樣性機具可選擇。

田間清園可使用散置式樹枝打碎機或投入式粉碎機以處理不同樣態殘枝，然而為防範咖啡果小蠹擴張，清園則須謹慎，使用背負式吸塵器應可作為咖啡田間落果撿拾機具，將得病落果快速撿拾集中再銷毀，此機械之功效未來將加以試驗。

農業試驗所發展之LoRa通訊設備，可依據咖啡栽培環境特性，設置合適的感測元件，進行數位資料的收集與累積，做為田間管理資料庫或讓農友能即時觀測咖啡園各項狀況。

參考文獻

1. 朱怡芬、楊滿霞、張淑芬、陳柏宏、王泰權。 2017。咖啡果小蠹於咖啡果實內之齡期組成與防治藥劑之室內藥效評估 。台灣農業研究 66(4):318-325。
2. 林家玉。2019。苗栗區農情月刊。第 238 期。
3. 張淑芬、楊宏仁、劉禎祺、林明瑩。2011。咖啡栽培管理。臺中縣：行政院農業委員會農業試驗所。
4. BUSTILLO, A. E. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. FNC Cenicafé, Chinchiná, Colombia. Boletín Técnico No. 24, 40 p.
5. CHAMORRO, T. G.; CARDENAS, R.; HERRERA, H. A. 1995. Evaluación conómica y de la calidad en taza del café proveniente de diferentes sistemas de recolección manual, utilizables como control en cafetales infestados de Hypothenemus hampei. Revista Cenicafé (Colombia), 46(3): 164175.
6. Lin M.Y., Y.F. Wu, and S.K. Chen. 2010. Monitoring survey of coffee berry borer, Hypothenemus hampei and its control in the field. Tainan Dist Agric Res Ext Stat 56: 35-44. (in Chinese with English abstract)